

4/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011856421 **Image available**
WPI Acc No: 1998-273331/*199825*
XRPX Acc No: N98-214625

Unit for determining absorption property of sample exposed to EM radiation by beam - is surrounded by partly heated medium using beam radiated through partly heated medium and other beam through non heated medium and two beams in pass through ellipsometer

Patent Assignee: BAROWSKI H (BARO-I); RENK K F (RENK-I)

Inventor: BAROWSKI H; RENK K F

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19646947	A1	19980514	DE 1046947	A	19961113	199825 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1046947 A 19961113

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19646947	A1		6 G01N-021/41	

Abstract (Basic): DE 19646947 A

The determination unit receives a sample (7), which is acted on by an electromagnetic radiation beam (SA), led preferably focussed, at least partly on the sample. A medium (12) surrounding the sample is heated by a partial absorption in the sample. A second beam (SM) radiates through the partly heated medium, a third beam (SR radiates through the non-heated part of the medium. Both beams run in an ellipsometer (14), to determine the index of refraction.

The second beam and the third beam are produced by the splitting up of a linear polarised laser beam (S), with the help of a double refracting medium (2) preferably a calcite crystal. Whereby the polarisation of the second beam (SM) stands vertical to the polarisation of the third beam (SR).

ADVANTAGE - Heating of medium is measured for absorption property of sample. Provides direct and non-contact determination of absorption property of sample to electromagnetic radiation.

Dwg.1/1

Title Terms: UNIT; DETERMINE; ABSORB; PROPERTIES; SAMPLE; EXPOSE; EM; RADIATE; BEAM; SURROUND; HEAT; MEDIUM; BEAM; RADIATE; THROUGH; HEAT; MEDIUM; BEAM; THROUGH; NON; HEAT; MEDIUM; TWO; BEAM; PASS; THROUGH; ELLIPSOMETER

Derwent Class: S03

International Patent Class (Main): G01N-021/41

International Patent Class (Additional): G01J-004/00; G01J-009/02; G01N-021/21

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S03-A02C; S03-A09; S03-E04B5



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenl gungsschrift
10 DE 196 46 947 A 1

51 Int. Cl.⁶:
G 01 N 21/41
G 01 N 21/21
G 01 J 4/00
G 01 J 9/02

21 Aktenzeichen: 196 46 947.3
22 Anmeldetag: 13. 11. 96
43 Offenlegungstag: 14. 5. 98

DE 196 46 947 A 1

71 Anmelder:
Renk, Karl Friedrich, Prof. Dr., 93053 Regensburg,
DE; Barowski, Harry, 93309 Kelheim, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

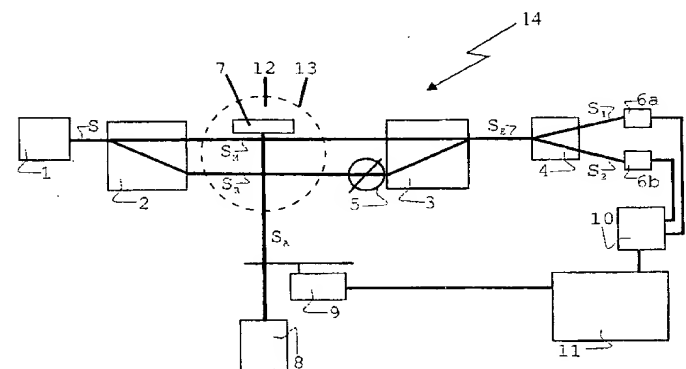
54 Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe

57 Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe geschaffen, wobei ein Strahl S_A , bestehend aus elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise, vorzugsweise fokussiert auf eine Probenoberfläche geleitet wird, und durch teilweise Absorption in der Probe ein die Probe umgebendes Medium teilweise erwärmt, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strahl S_M den erwärmten Teil des Mediums 12, ein dritter Strahl S_R den nichterwärmten Teil des Mediums 12 durchstrahlt, und beide Strahlen S_M und S_R in einem Ellipsometer 14 verlaufen, um ellipsometrisch die Brechungsindexänderung des erwärmten Mediums 12 zu bestimmen.

Bei diesem Ellipsometer kann der zweite Strahl S_M und der dritte Strahl S_R erzeugt werden durch Aufspaltung eines linear polarisierten Laserstrahls S mit Hilfe eines doppelbrechenden Mediums 2, vorzugsweise einem Kalzitkristall, wobei die Polarisation des Strahls S_M senkrecht steht zur Polarisation des Strahls S_R .

Bei diesem Ellipsometer kann, weiterhin, der Strahl S_M und der Strahl S_R des Ellipsometers 14 mit einem doppelbrechenden Medium 3, vorzugsweise einem Kalzitkristall, räumlich wieder vereint werden und der vereinte Strahl S_E aufgrund einer relativen Phasendifferenz, entsprechend einer optischen Weglängendifferenz beider Teilstrahlen, elliptisch polarisiert ist.

Bei diesem Ellipsometer kann der vereinte Strahl S_E mit einem doppelbrechenden Medium oder einer Anordnung 4 aus doppelbrechenden ...



DE 196 46 947 A 1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe. Dabei wird elektromagnetische Strahlung auf eine Probe geleitet und durch teilweise Absorption der Strahlung die Probe und ein an die Probe angrenzendes Medium durch Wärmediffusion erwärmt. Mit zwei weiteren Strahlen, die durch das Medium geleitet werden, wird die Erwärmung des Mediums detektiert. Die Erwärmung ist ein Maß für das Absorptionsvermögen der Probe. Die Erfindung ist ein Gerät zur direkten und berührungsfreien Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe für elektromagnetische Strahlung.

Es existieren verschiedene Geräte zur direkten berührungslosen Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe bzw. eines Mediums. Es gibt Geräte, die den Mirage-Effekt nutzen zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe (Deflektionsspektrometer), und Geräte, die photoakustisch ein Signal gewinnen, das die Bestimmung der Absorptivität einer Probe ermöglicht. Das fotothermische Interferenzspektrometer (Patentschrift DE 41 11 774 C2) verwendet ein Zweistrahlinterferometer, um die durch Absorption in einem Medium hervorgerufenen Temperaturänderung zu erfassen.

Das fotothermische Interferenzspektrometer ist ein Gerät zur Messung der Absorption von Strahlung in einer Probe. Das fotothermische Interferenzspektrometer detektiert mit hoher Empfindlichkeit die Brechungsindexänderung eines Mediums aufgrund einer Temperaturerhöhung. Im Gegensatz zum photoakustischen Gerät und zum Deflektionsspektrometer ist es weitgehend unempfindlich gegen Temperaturschwankungen, mechanischen Erschütterungen oder Untergrundsignalen, hervorgerufen etwa durch Absorption von Strahlung in optischen Fenstern.

Strahlung mit einer Frequenz, bei der die Absorption einer Probe bestimmt werden soll, wird auf die Probenoberfläche zumindest teilweise geleitet, vorzugsweise fokussiert und periodisch amplitudenmoduliert. Durch zumindest teilweise Absorption erwärmt sich die Probe und durch Wärmediffusion ein an die Probenoberfläche angrenzendes Medium periodisch. Daraus resultiert eine periodische Änderung des optischen Brechungsindex. Ein Zweistrahlinterferometer, bei dem ein Teilstrahl durch das erwärmte Medium, ein zweiter Teilstrahl durch ein Referenzmedium mit konstanter Temperatur, geleitet werden, mißt die Änderung des optischen Brechungsindex des Mediums. Dazu werden beide Teilstrahlen auf vorzugsweise einer Photodiode zur Interferenz gebracht, wobei ein periodisches Detektorsignal entsteht, welches vorzugsweise elektronisch registriert wird. Ändert sich der Brechungsindex durch Temperaturänderung, so ändert sich die optische Weglänge zumindest eines Teilstrahles und somit der Gangunterschied zwischen beiden Teilstrahlen. Durch Interferenz beider Teilstrahlen ändert sich nun die Intensität und damit das Signal am Detektor. Die Signaländerung ist maximal, wenn die optische Weglängendifferenz zwischen beiden Teilstrahlen ohne Erwärmung auf ein ungeradzahliges Vielfaches eines Viertels der Wellenlänge ($\lambda/4$) der Interferometerstrahlen, vorzugsweise Laserstrahlen, wobei λ die Wellenlänge der Strahlen im Interferometer darstellt, eingestellt wird.

Das bislang eingesetzte Jamin-Zweistrahlinterferometer hat durch die Verwendung von planparallelen Glasplatten als Spiegel große Strahlungsverluste durch Mehrfachreflexion, die zu einer Einschränkung der Empfindlichkeit führen, d. h. das Signal-Rausch-Verhältnis stark reduzieren. Die Empfindlichkeit ist definiert durch das Verhältnis von Signalgröße und Phasendifferenz zwischen beiden Teilstrahlen, wobei die Phasendifferenz hervorgerufen wird durch

die Brechungsindexänderung im erwärmten Medium. Die Erwärmung des Mediums ist die Folge von absorbierter Strahlungsenergie in der Probe. Bei geringen Leistungen des auf die Probe geleiteten und dort teilweise absorbierten Strahles oder durch ein niedriges Absorptionsvermögen der Probe sind die Signale klein und vom Detektorrauschen nicht zu unterscheiden, so daß das Absorptionsvermögen der Probe nicht mehr bestimmt werden kann. Dem fotothermische Interferenzspektrometer sind insbesondere dann entscheidende Grenzen gesetzt, wenn die Absorption von Proben mit geringstem Absorptionsvermögen bestimmt werden soll. Ein weitere Schwierigkeit des bisherigen Gerätes ist die Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur und der Probengeometrie, da die Empfindlichkeit von temperaturabhängigen thermischen Eigenschaften der Probe und des Mediums bestimmt wird. Damit ist die Eichung des Gerätes und die Bestimmung des Absolutwertes der Absorption einer Probe ungenau. Insbesondere führen Intensitätsschwankungen der Interferometerstrahlen zu zusätzlichem Signalrauschen. Hierfür vorzugsweise eingesetzte Laserstrahlen können durch Leistungsschwankungen des Lasers starke Fluktuationen der Intensität aufweisen.

Wünschenswert wäre daher ein Gerät mit einer deutlich höheren Empfindlichkeit, um selbst geringstes Absorptionsvermögen von Proben zu bestimmen, wobei Intensitätsschwankungen der Interferometerstrahlen möglichst kein zusätzliches Signalrauschen hervorrufen sollten. Weiterhin ist eine Möglichkeit zur genauen Eichung des Gerätes erforderlich, um das Absorptionsvermögen einer Probe quantitativ bestimmen zu können.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe stellt eine wesentliche Verbesserung des fotothermischen Interferenzspektrometers bezüglich dessen experimentelle Grenzen dar:

Die Erfindung basiert auf dem fotothermischen Interferenzspektrometer (Patentschrift DE 41 11 774 C2), wobei das Zweistrahlinterferometer durch ein Ellipsometer ersetzt wird, wodurch die Empfindlichkeit und in Folge das Signal-Rausch-Verhältnis stark verbessert wird. So ist auch die Bestimmung der Absorption von Proben mit geringstem Absorptionsvermögen durchführbar. Eine besondere Eigenschaft des Ellipsometers ist die Tatsache, daß bei der Voreinstellung des optischen Weglängenunterschieds zwischen den beiden Teilstrahlen des Ellipsometers auf $\lambda/4$, das ist die Voreinstellung auf maximale Empfindlichkeit, ein Nullsignal am Photodetektor vorliegt.

Im Ellipsometer wird ein linear polarisierter Laserstrahl mit Hilfe eines doppelbrechenden Materials, vorzugsweise einem Kalzit-Kristall, in zwei parallele und zueinander senkrecht polarisierte Teilstrahlen aufgespalten. Einer der Teilstrahlen wird durch das erwärmte Medium geleitet, und der zweite durch einen Bereich des Mediums, der nicht erwärmt wird. Beide Strahlen werden durch ein doppelbrechendes Medium, vorzugsweise einen zweiten Kalzit-Kristall, räumlich wieder vereint. Aufgrund der relativen Phasendifferenz ist dieser kombinierte Laserstrahl elliptisch polarisiert. Dieser elliptisch polarisierte Strahl trifft auf eine Anordnung aus einem doppelbrechendem Medium, vorzugsweise einem Wollastonprisma, das den Strahl symmetrisch in zwei senkrecht zueinander linear polarisierte Teilstrahlen spaltet. Im Falle eines Wollastonprismas wird die elliptische Polarisation des Laserstrahles wie folgt analysiert: Wird das Wollastonprisma so orientiert, daß die Polarisationsrichtungen der durch das Wollastonprisma getrennten Teilstrahlen mit den Richtungen der Halbachsen der Polarisationsellipse übereinstimmen, erhält man eine Aufspaltung des elliptisch polarisierten Laserstrahles in zwei linear polarisierte Teilstrahlen, deren Intensitäten proportional zu

der Länge der Halbachsen der Polarisationsellipse sind. Ändert sich nun die Weglängendifferenz zwischen beiden Strahlen, so ändert sich die Polarisationsellipse und damit die Intensitäten der zwei Teilstrahlen. Eine Elektronik registriert nun die Differenz der Intensitäten der Teilstrahlen. Die Differenz der Intensitäten wird zudem durch die Summe der Intensitäten, welche durch die Leistung des Lasers gegeben ist, geteilt, wodurch ein Signal gewonnen wird, daß von Leistungsschwankungen des Ellipsometerlasers nicht beeinflusst wird. Die größte Empfindlichkeit erhält man bei einer Weglängendifferenz zwischen beiden Teilstrahlen des Ellipsometers von einem ungeradzahligem Vielfachen von $\lambda/4$. Der räumlich vereinte Laserstrahl ist zirkular polarisiert und wird von dem Wollastonprisma in zwei Teilstrahlen gleicher Intensität aufgespalten. Jede Phasendifferenz führt zu elliptischer Polarisation und damit zu unterschiedlichen Intensitäten der Teilstrahlen. Für den Abgleich, d. h. bei zirkular polarisiertem Licht, ergibt sich ein Nullsignal. Durch Erwärmung des Medium ergibt sich eine Intensitätsverschiebung und damit ein von Null verschiedenes Signal.

Wenn sämtliche Oberflächen der Kalzitkristalle und des Wollastonprismas vorzugsweise optisch vergütet sind, werden Strahlungsverluste weitestgehend vermieden. Theoretisch ergibt sich durch die Differenzbildung ein doppelt großes Signal im Vergleich mit dem idealen Jamin-Interferometer, d. h. einem Jamin-Interferometer ohne Strahlungsverluste. Insgesamt ergibt sich eine Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnis um mindestens einen Faktor vier, mit Berücksichtigung von Strahlungsverlusten kann dieser Wert nochmals deutlich verbessert werden. Daraus resultiert eine Steigerung der Empfindlichkeit um mindestens eine Größenordnung im Vergleich mit dem Jamin-Interferometer.

Mit dem Ellipsometer kann nun durch Variation der Frequenz der Strahlung jedes Absorptionsspektrum bestimmt werden. Durch Variation der Temperatur der Probe und des Mediums kann die Temperaturabhängigkeit der Absorptivität exakt bestimmt werden. Um die Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit und die Abhängigkeit der Signale von der Probenometrie zu eliminieren, wird zugleich ein zweiter Strahl mit einer Wellenlänge, bei der die Absorptivität der Probe bekannt ist, auf die Probenoberfläche fokussiert. Dieser Strahl wird mit einer Modulationsfrequenz, die verschieden ist zur Modulationsfrequenz des ersten Strahles, periodisch amplitudenmoduliert. Mit Hilfe von vorzugsweise Lock-In-Verstärkern, die mit den entsprechenden Modulationsfrequenzen getriggert werden, erhält man zwei Signale. Durch Vergleich der Signale kann dabei die experimentelle Empfindlichkeit des Spektrometers bestimmt und somit die Eichung des Gerätes während des Betriebs durchgeführt werden.

Die Erfindung ist vorzugsweise dazu geeignet, die geringe Restabsorption von Hochtemperatursupraleitern bei tiefen Temperaturen, weit unter der Sprungtemperatur, bei Frequenzen im Submillimeter-, Millimeter- und Mikrowellenbereich zu bestimmen. Diese Methode ermöglicht berührungslos die Hochfrequenzeigenschaften der Hochtemperatursupraleiter oder auch anderer konventioneller Supraleiter bei Temperaturen zwischen 4 K und 300 K zu bestimmen und die Qualität dieser Materialien insbesondere auch für den Einsatz für Hochfrequenzanwendungen zu beurteilen.

Die Erfindung eignet sich besonders auch zur Bestimmung des Absorptionsvermögens von Halbleitermaterialien bei Frequenzen im Mikrowellen- und Submillimeterwellenbereich, um die Materialien für Anwendungen in der Hochfrequenztechnik zu charakterisieren und zu optimieren. Mit dem fotothermischen Ellipsometrie-Spektrometer kann die Mikrowellenabsorption von Materialien wie z. B. LaAlO_3 , Saphir, ZrO_2 , TiO_2 bestimmt werden, um über die Eignung

dieser Materialien für die Entwicklung von Hochfrequenzresonatoren zu entscheiden. Eine andere Anwendung des erfindungsgemäßen Ellipsometrie-Spektrometers ist die Bestimmung des Absorptionsvermögens von Siliziumlinsen für Frequenzen im Mikrometerwellenbereich.

Eine Ausführung der Erfindung wird nachfolgend beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung in Fig. 1 näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Schemaskizze eines Aufbaus eines Ellipsometers.

In der Fig. 1 ist eine Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe schematisch gezeigt, das nachfolgend einfach als Spektrometer oder Ellipsometer 14 bezeichnet wird. Dieses Ellipsometer oder Spektrometer 14 enthält einen Interferometerlaser 1, der einen linear polarisierten Lichtstrahl S aussendet. Der Lichtstrahl S wird mit Hilfe eines Strahlteilers 2 aufgespalten in zwei parallele und zueinander senkrecht linear polarisierte Strahlen S_M und S_R . Der Strahl S_M wird durch den erwärmten Teil des Mediums, nahe der Probenoberfläche der Probe 7, geleitet, und der Strahl S_R durch das nicht erwärmte Medium. Das Medium 12 und die Probe 7 befinden sich in einem Behälter 13. Einer der Teilstrahlen S_M oder S_R passiert einen Kompensator 5, womit die optische Weglängendifferenz zwischen den Strahlen S_M und S_R eingestellt werden kann. Die Strahlen S_M und S_R werden durch einen Strahlteiler 3 räumlich wieder vereint und bilden einen elliptisch polarisierten Strahl S_E . Dieser Strahl S_E trifft auf ein Wollastonprisma 4 und wird symmetrisch in die Analysestrahlen S_1 und S_2 aufgespalten, wobei die Intensitäten proportional zu den Halbachsen der Polarisationsellipse sind und beide Strahlen zueinander senkrecht und linear polarisiert sind. Mit den Fotodioden 6a und 6b werden die Intensitäten der Analysestrahlen S_1 und S_2 detektiert und über einen Differenzverstärker 10 ein Differenzsignal gewonnen. Das Differenzsignal des Verstärkers wird einem Lock-In-Verstärker 11 zugeführt.

Die Erwärmung des Teiles des Mediums, durch das der Strahl S_M geleitet wird, erfolgt durch Absorption der Strahlung S_A einer Strahlenquelle 8 in der Probe 7 und Wärmeübertrag in das Medium durch Wärmediffusion. Die Strahlung S_A wird mit einem Chopper 9 periodisch amplitudenmoduliert. Die periodische Temperaturänderung führt zu einer periodischen Variation der Phasendifferenz zwischen den Strahlen S_M und S_R . In Folge verändert sich die Polarisationsellipse des Strahls S_E . Dadurch werden die Intensitäten der Analysestrahlen S_1 und S_2 periodisch variiert und der Verstärker 10 erzeugt ein Wechselspannungssignal mit der Modulationsfrequenz des Choppers 9. Der Chopper liefert das Referenzsignal zur Triggerung des Lock-In-Verstärkers.

Das Ausgangssignal des Lock-In-Verstärkers ist proportional zum Absorptionsvermögen der Probe 7. Durch Eichung kann dabei das Absorptionsvermögen der Probe quantitativ bestimmt werden.

Durch die Erfindung wird somit allgemein eine Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe geschaffen, wobei ein Strahl S_A , bestehend aus elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise, vorzugsweise fokussiert auf eine Probenoberfläche geleitet wird, und durch teilweise Absorption in der Probe ein die Probe umgebendes Medium erwärmt, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strahl S_M das erwärmte Medium 12, ein dritter Strahl S_R das nicht erwärmte Medium 12 durchstrahlt, und beide Strahlen S_M und S_R in einem Ellipsometer 14 verlaufen, um ellipsometrisch die Brechungsindexänderung des teilweise erwärmten Mediums 12 zu bestimmen.

Bei diesem Ellipsometer kann der zweite Strahl S_M und der dritte Strahl S_R erzeugt werden, durch Aufspaltung eines

linear polarisierten Laserstrahls S mit Hilfe eines doppelbrechenden Mediums 2, vorzugsweise einem Kalzitkristall, wobei die Polarisation des Strahls S_M senkrecht steht zur Polarisation des Strahls S_R .

Bei diesem Ellipsometer kann, weiterhin, der Strahl S_M und der Strahl S_R des Ellipsometers 14 mit einem doppelbrechenden Medium 3, vorzugsweise einem Kalzitkristall, räumlich wieder vereint werden und der vereinte Strahl S_E auf Grund einer relativen Phasendifferenz, entsprechend einer optischen Weglängendifferenz beider Teilstrahlen, elliptisch polarisiert ist.

Bei diesem Ellipsometer kann der vereinte Strahl S_E mit einem doppelbrechenden Medium oder einer Anordnung 4 aus doppelbrechenden Medien, vorzugsweise einem Wollastonprisma, in zwei zueinander senkrecht linear polarisierte Analysestrahlen S_1 und S_2 aufgespalten werden, wobei deren Intensitäten proportional zur Länge der Halbachsen der Polarisationsellipse sind.

Bei diesem Ellipsometer kann die Intensitätsdifferenz der Analysestrahlen S_1 und S_2 mit einem normierenden Differenzphotodetektor 6a, 6b erfaßt werden, um Leistungsschwankungen des Ellipsometerlasers 1 zu berücksichtigen.

Bei diesem Ellipsometer kann die Probe 7 und das Medium 12 gekühlt werden durch eine Kühlvorrichtung 13.

Bei diesem Interferometer können zwei erste Strahlen S unterschiedlicher Frequenz gleichzeitig oder nacheinander verwendet werden, die mit unterschiedlichen Modulationsfrequenzen moduliert sind.

Bei diesem Ellipsometer kann das Medium 12 aus Luft bestehen.

Bei diesem Interferometer kann das Medium 12 aus Heliumgas bestehen.

Bei diesem Ellipsometer kann das Medium 12 eine Flüssigkeit sein.

Bei diesem Ellipsometer kann das Medium 12 ein Festkörper sein.

Bei diesem Ellipsometer kann die Probe 7 gasförmig, flüssig oder ein Festkörper sein.

Bei diesem Ellipsometer können die Strahlen S_M und S_R des Ellipsometers 14 durch ein doppelbrechendes Medium 2, vorzugsweise einem Kalzitkristall aufgespalten, die Strahlen S_M und S_R durch die Verwendung eines Spiegels unter 180° zurückreflektiert werden und bei dem zweiten Durchgang durch dasselbe doppelbrechende Medium 2 räumlich wieder vereint werden, so daß der Strahl S_M des Ellipsometers 14 das erwärmte Medium 12 zweifach durchstrahlt.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Bestimmung des Absorptionsvermögens einer Probe, wobei ein Strahl (S_A), bestehend aus elektromagnetischer Strahlung, zumindest teilweise, vorzugsweise fokussiert, auf eine Probenoberfläche geleitet wird und durch teilweise Absorption in der Probe ein die Probe umgebendes Medium (12) teilweise erwärmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zweiter Strahl (S_M) das teilweise erwärmte Medium, ein dritter Strahl (S_R) einen nicht erwärmten Teil des Mediums durchstrahlen und beide Strahlen (S_M , S_R) in einem Ellipsometer (14) verlaufen, um ellipsometrisch die Brechungsindexänderung des teilweise erwärmten Mediums zu bestimmen.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Strahl (S_M) und der dritte Strahl (S_R) erzeugt werden durch Aufspaltung eines linear polarisierten Laserstrahls (S) mit Hilfe eines doppelbrechenden Mediums (2), vorzugsweise einem Kalzitkristall, wobei die Polarisation des zweiten Strahles

(S_M) senkrecht steht zur Polarisation des dritten Strahles (S_R).

3. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Strahl (S_M) und der dritte Strahl (S_R) des Ellipsometers (14) mit Hilfe eines doppelbrechenden Medium (3), vorzugsweise einem Kalzitkristall, räumlich wieder vereint werden und der vereinte Strahl (S_E) aufgrund einer relativen Phasendifferenz, entsprechend einer optischen Weglängendifferenz beider Teilstrahlen, elliptisch polarisiert ist.

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der vereinte Strahl (S_E) mit einem doppelbrechenden Medium oder einer Anordnung (4) aus doppelbrechenden Medien, vorzugsweise einem Wollastonprisma, in zwei zueinander senkrecht linear polarisierte Analysestrahlen (S_1) und (S_2) aufgespalten wird, wobei deren Intensitäten proportional zur Länge der Halbachsen der Polarisationsellipse sind.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensitätsdifferenz der Analysestrahlen (S_1) und (S_2) mit einem normierenden Differenzphotodetektor (6a, 6b) erfaßt werden, um Leistungsschwankungen des Ellipsometerlasers (1) zu berücksichtigen.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Probe (7) und das Medium (12) gekühlt werden mit Hilfe eines Behälters (13), der als Kühlvorrichtung aufgebaut ist.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei erste Strahlen unterschiedlicher Frequenz anstelle eines einzelnen Strahles (S), die mit unterschiedlichen Modulationsfrequenzen amplitudenmoduliert sind, gleichzeitig oder nacheinander verwendet werden.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium (12) aus Luft besteht.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium (12) aus Helium-Gas besteht.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium (12) eine Flüssigkeit ist.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium (12) ein Festkörper ist.

12. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Probe (7) gasförmig, flüssig oder ein Festkörper ist.

13. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlen (S_M) und (S_R) des Ellipsometers (14) durch ein doppelbrechendes Medium (2), vorzugsweise einem Kalzitkristall, aufgespalten, die Strahlen (S_M) und (S_R) durch die Verwendung eines Spiegels unter 180° Grad rückreflektiert werden und bei dem zweiten Durchgang durch dasselbe doppelbrechende Medium (2) räumlich wieder vereint werden, so daß der Strahl (S_M) des Ellipsometers (14) das erwärmte Medium (12) zweifach durchstrahlt.

14. Verfahren zur Bestimmung des Absorptionsvermögens, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche verwendet

wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

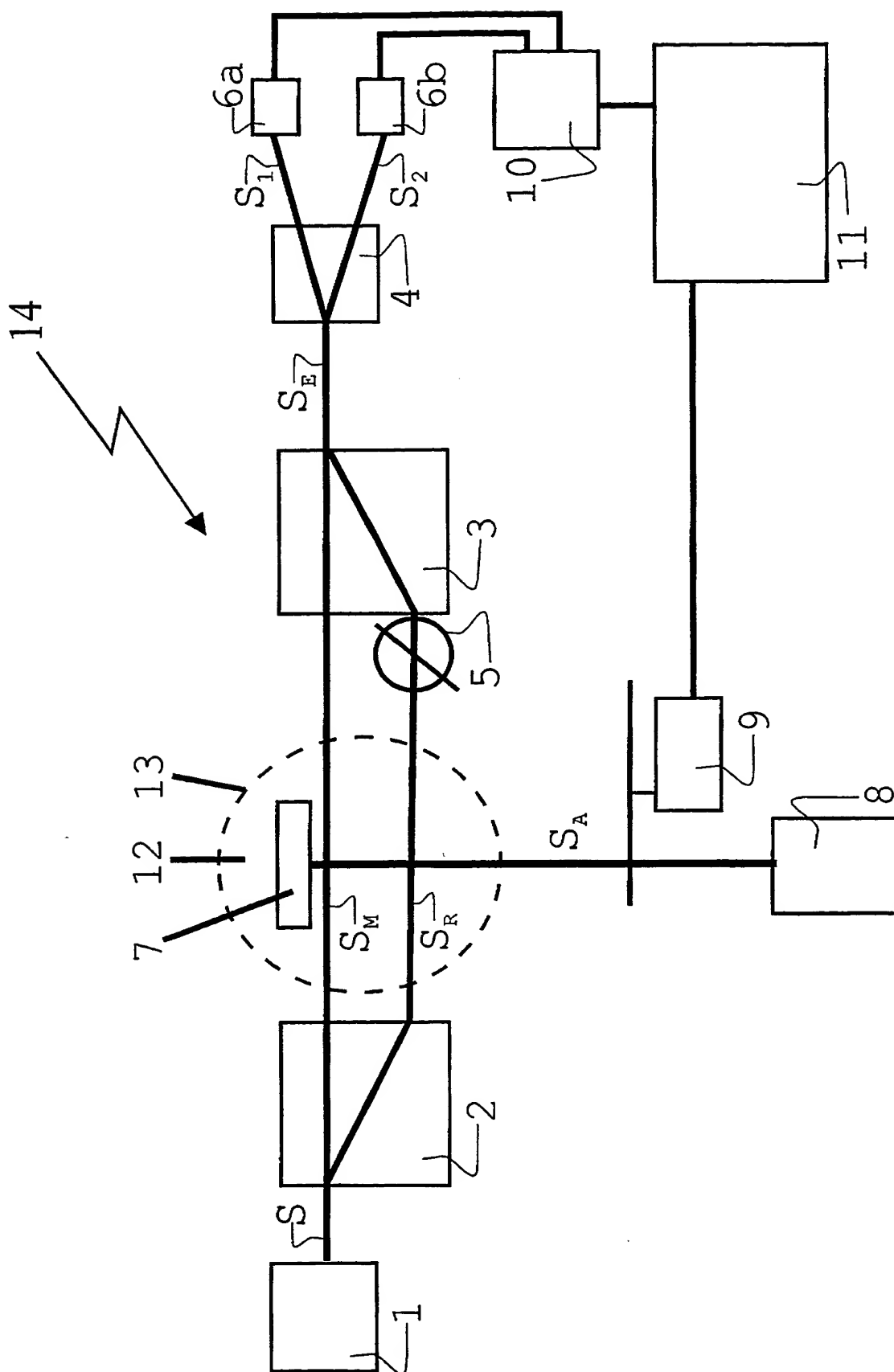


Fig. 1